

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-77506

(P2003-77506A)

(43) 公開日 平成15年3月14日 (2003.3.14)

(51) Int. Cl.
H01M 8/04

識別記号

F I
H01M 8/04

テームコード (参考)

P 5H027

J

Z

A

8/00

8/00

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2001-281211 (P2001-281211)

(22) 出願日 平成13年8月30日 (2001.8.30)

(71) 出願人 000004695

株式会社日本自動車部品総合研究所

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 新田 高弘

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会

社日本自動車部品総合研究所内

(74) 代理人 100087696

弁理士 伊藤 求馬

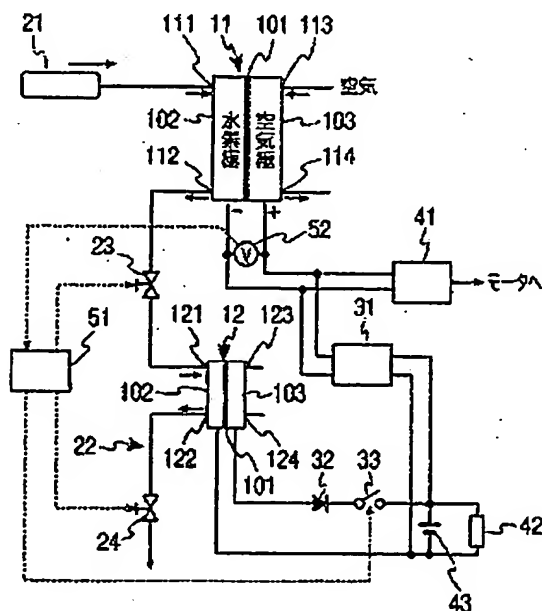
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】 燃料電池スタックの水素極からの排ガスを有効利用することである。

【解決手段】 主燃料電池スタック11の他に副燃料電池スタック12を設けて、副燃料電池スタック12の水素極102には主燃料電池スタック11の水素極102からの排ガスを供給する。空気極103から水素極102への窒素や水分の滲み出しによる水素極102側の水素濃度の低下で、主燃料電池スタック11ではその電気負荷41に対して十分な給電を行い得ないほど発電能力が低下しても、排出バルブ24を開いて主燃料電池スタック11からの排ガスが排出路22から外へ排出される前に、前記排ガス中の未使用水素の一部を副燃料電池スタック12で発電に有効に利用することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃料ガスと酸化ガスとから電力を生成する燃料電池スタックと、該燃料電池スタックに燃料ガスを供給する供給手段と、燃料電池スタックの燃料極からの排ガスを排出する排出路と、排出路を開閉する排出バルブと、該排出バルブを制御対象として、前記燃料電池スタックの発電能力が低下したとみなせる時期になると前記排出バルブが開弁するように設定された制御手段とを有する燃料電池システムにおいて、

前記燃料電池スタックを主たる燃料電池スタックとして別の燃料電池スタックを具備せしめて、これを副燃料電池スタックとするとともに、該副燃料電池スタックの燃料極を、前記排出バルブよりも上流側で前記排出路の途中に設けたことを特徴とする燃料電池システム。

【請求項2】 請求項1記載の燃料電池システムにおいて、主燃料電池スタックと副燃料電池スタックとの間で前記排出路の途中に設けられて、主燃料電池スタックと副燃料電池スタックとの追追と遮断とを切り換える切り換えバルブを具備せしめ、

前記制御手段を、前記排出バルブとともに切り換えバルブを制御対象とする制御手段とするとともに、前記主燃料電池スタックの発電能力が低下したとみなせる時期になると前記切り換えバルブが開弁するように、かつ、前記排出バルブの開弁時期が、主燃料電池スタックの発電能力が回復した後再び低下したとみなせる時期となるように設定した燃料電池システム。

【請求項3】 請求項2記載の燃料電池システムにおいて、前記副燃料電池スタックとその電気負荷との間を断接するスイッチ手段を具備せしめ、

前記制御手段を、前記排出バルブおよび前記切り換えバルブとともに前記スイッチ手段を制御対象とする制御手段とするとともに、前記切り換えバルブが開弁するのと一緒に前記スイッチ手段がオンするように、かつ、前記排出バルブが開弁するのと一緒に前記スイッチ手段がオフするように設定した燃料電池システム。

【請求項4】 請求項1ないし3いずれか記載の燃料電池システムにおいて、前記副燃料電池スタックに、その電気負荷として、前記主燃料電池スタックにより充電される二次電池を接続し、

前記副燃料電池スタックと前記二次電池とを、前記副燃料電池スタックから前記二次電池への充電電流の方向を順方向とするダイオードにより接続した燃料電池システム。

【請求項5】 請求項1ないし4いずれか記載の燃料電池システムにおいて、前記主燃料電池スタックの出力電圧を検出する電圧検出手段を具備せしめ、前記制御手段を、前記電圧検出手段により検出された電圧が予め設定したしきい値を下回ると、前記主燃料電池スタックの発電能力が低下したとみなせる時期と判定するように設定した燃料電池システム。

【請求項6】 請求項1ないし4いずれか記載の燃料電池システムにおいて、前記主燃料電池スタックの燃料極における、前記酸化ガスと反応するガス成分の濃度を検出する水素濃度検出手段を具備せしめ、

前記制御手段を、前記水素濃度検出手段により検出されたガス成分濃度が予め設定したしきい値を下回ると、前記主燃料電池スタックの発電能力が低下したとみなせる時期と判定するように設定した燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は燃料電池システムに関し、特に燃料ガスの利用効率の向上に関する。

【0002】

【従来の技術】燃料電池システムは燃料電池自動車等に搭載されるもので、図5に示すように、燃料電池スタック91を本体として、この燃料極（図中、水素極）に供給する水素等の燃料ガスを貯蔵したタンク92や、未使用の燃料ガスを含む燃料極からの排ガスを燃料極に戻すためのポンプ93等が付設されたシステムである。燃料電池スタック91は、燃料ガスと、空気極に供給された空気等の酸化ガスとが電池反応をして電力を生成するが、電池反応が進むにつれて空気極から酸化ガス中の窒素や加湿用の水分が電解質膜を通り燃料極側へと滲み出てくる。

【0003】このため、窒素や水蒸気分圧が上昇して排ガス中の未使用の燃料ガスの濃度が徐々に低下して、発電能力が低下するので、燃料極からの排ガスを排出すべく排出路94が設けられており、これを開閉する排出バルブ95を時々開弁して、燃料極の窒素や水分を排出し新たに燃料タンク92から十分な燃料ガスを導入している。燃料電池システムには、排出バルブ95を制御対象とする制御手段96が設けられている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、排ガスには未使用の燃料ガスを含んでいるので、排出した分、燃料ガスの利用効率が低下し、エネルギーの無駄となる。

【0005】本発明は前記実情に鑑みなされたもので、燃料ガスの利用効率の高い燃料電池システムを提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明では、燃料ガスと酸化ガスとから電力を生成する燃料電池スタックと、該燃料電池スタックに燃料ガスを供給する供給手段と、燃料電池スタックの燃料極からの排ガスを排出する排出路と、排出路を開閉する排出バルブと、該排出バルブを制御対象として、前記燃料電池スタックの発電能力が低下したとみなせる時期になると前記排出バルブが開弁するように設定された制御手段とを有する燃料電池システムにおいて、前記燃料電池スタックを主たる

る燃料電池スタックとして別の燃料電池スタックを具備せしめて、これを副燃料電池スタックとするとともに、該副燃料電池スタックの燃料極を、前記排出バルブよりも上流側で前記排出路の途中に設ける。

【0007】副燃料電池スタックには高い発電能力を要しない電気負荷を接続しておくことで、主燃料電池スタックの電気負荷に対しては燃料ガスの量が不十分な排ガスであっても、副燃料電池スタックの電池反応に供すれば、副燃料電池スタックに接続された電気負荷が適正な作動をし得る程度に、副燃料電池スタックが給電を行い得る。したがって、排出バルブを開弁するタイミングを、主燃料電池スタックの発電能力が低下したとみなせる時期であって、従来よりも、排ガスがより燃料ガスの量が少ない状態になるまで遅らせることで、排ガスを有効に利用することができる。

【0008】請求項2記載の発明では、請求項1の発明の構成において、主燃料電池スタックと副燃料電池スタックとの間で前記排出路の途中に設けられて、主燃料電池スタックと副燃料電池スタックとの通断と遮断とを切り換える切り換えバルブを具備せしめ、前記制御手段を、前記排出バルブとともに切り換えバルブを制御対象とする制御手段とするとともに、前記主燃料電池スタックの発電能力が低下したとみなせる時期になると前記切り換えバルブが開弁するように、かつ、前記排出バルブの開弁時期が、主燃料電池スタックの発電能力が回復した後再び低下したとみなせる時期となるように設定する。

【0009】主燃料電池スタックからの排ガス中に燃料ガスの量が十分存在している間は、切り換えバルブが開弁しており排ガスが副燃料電池スタックへと移動しないので、主燃料電池スタックへの燃料ガスの供給能力を上げることなく、副燃料電池スタックを有しない構成と同等に、主燃料電池スタックが十分に発電を行い得る。

【0010】請求項3記載の発明では、請求項2の発明の構成において、前記副燃料電池スタックとその電気負荷との間を断接するスイッチ手段を具備せしめ、前記制御手段を、前記排出バルブおよび前記切り換えバルブとともに前記スイッチ手段を制御対象とする制御手段とするとともに、前記切り換え弁が開弁するのと一緒に前記スイッチ手段がオンするように、かつ、前記排出弁が開弁するのと一緒に前記スイッチ手段がオフするように設定する。

【0011】切り換えバルブが主燃料電池スタックと副燃料電池スタックとを遮断している状態でも、副燃料電池スタックに電気負荷が接続されたままであれば、切り換えバルブよりも下流側の排出路に僅かながら残存している未使用の燃料ガスにより、副燃料電池スタックにおいて電池反応が進行して電気負荷に給電がなされることになる。燃料ガスの量が少ない状態で電池反応が進行すると、燃料電池スタックの電解質膜の劣化等の不具合が

生じる。本発明では、副燃料電池スタックと電気負荷とが接続されるのが、主燃料電池スタックから副燃料電池スタックに排ガスが供給される状態のときに限られるので、副燃料電池スタックの劣化を防止することができる。

【0012】請求項4記載の発明では、請求項1ないし3の発明の構成において、前記副燃料電池スタックに、その電気負荷として、前記主燃料電池スタックにより充電される二次電池を接続し、前記副燃料電池スタックと前記二次電池とを、前記副燃料電池スタックから前記二次電池への充電電流の方向を順方向とするダイオードにより接続する。

【0013】副燃料電池スタックに電流が逆流するのが回避されるので、副燃料電池スタックの劣化を防止することができる。

【0014】請求項5記載の発明では、請求項1ないし4の発明の構成において、前記主燃料電池スタックの出力電圧を検出する電圧検出手段を具備せしめ、前記制御手段を、前記電圧検出手段により検出された電圧が予め設定したしきい値を下回ると、前記主燃料電池スタックの発電能力が低下したとみなせる時期と判定するように設定する。

【0015】主燃料電池スタックへの燃料ガスの供給が減ることにより主燃料電池スタックの起電圧が低下するので、これより、発電能力の低下を判断することができる。

【0016】請求項6記載の発明では、請求項1ないし4の発明の構成において、前記主燃料電池スタックの燃料極における、前記酸化ガスと反応するガス成分の濃度を検出する酸素濃度検出手段を具備せしめ、前記制御手段を、前記酸素濃度検出手段により検出されたガス成分濃度が予め設定したしきい値を下回ると、前記主燃料電池スタックの発電能力が低下したとみなせる時期と判定するように設定する。

【0017】副燃料電池スタックでは、燃料極側に窒素や水分が滲み出ることにより、相対的に未使用の燃料ガスの濃度が低下するので、これより、発電能力の低下を判断することができる。

【0018】

【発明の実施の形態】（第1実施形態）図1に、燃料電池自動車に適用した本発明の第1実施形態になる燃料電池システムを示す。本燃料電池システムは、主燃料電池スタック11と副燃料電池スタック12との2つの燃料電池スタックを備えている。

【0019】主燃料電池スタック11は、電解質膜の両面に、ガスが逆設可能な多孔質層等の構造を有する電極を成膜した電池セルが層間に導電性のセパレータを挟んで積層したもので、積層数に応じて出力電圧を取り出すことができる。図中には、説明の便宜のため電解質膜101の両面に電極102、103が形成された電池セル

の構造のみを示している。一方の気極102が燃料極である水素極102であり、他方の気極103が燃料極である空気極103である。

【0020】主燃料電池スタック11は直列駆動用のモータの給電源であり、300V程度の直流の高電圧を発生するようになっている。主燃料電池スタック11の発電電圧は、前記モータに指令トルク等に応じた電流を供給するインバータ41に出力するようになっている。また、主燃料電池スタック11の発電電圧は、DC-DCコンバータ31で12V程度に降圧されて、直列に搭載

される種々の補機42や、これらへの給電用の二次電池であるバッテリー43に出力するようになっている。

【0021】主燃料電池スタック11の水素供給口111には、供給手段である燃料タンク21から水素が供給されるようになっており、水素が、前記電池セルの燃料極102と前記セパレータとの間に形成された流路より燃料極102に拡散していく。そして、未使用の水素を含む排ガスが流路の最下流端の水素排出口112から排出されるようになっている。水素排出口112は排出路22と接続されている。また、主燃料電池スタック11の空気極103には、空気供給口113から空気が供給されて、空気が、前記電池セルの空気極103とセパレータとの間に形成された流路より空気極103に拡散していく。そして、未使用の空気が流路の最下流端の空気排出口114から排出されるようになっている。

【0022】副燃料電池スタック12は、主燃料電池スタック11のごとく電池セルとセパレータとが積層したもので、各層の構造は主燃料電池スタック11と同等である。一方、積層数が主燃料電池スタック11よりも少なく、前記補機42用の12V程度の出力電圧を取り出し得るようになっており、補機42やバッテリー43と接続可能である。

【0023】副燃料電池スタック12と、補機42やバッテリー43との接続配線の途中にはダイオード32とスイッチ手段であるスイッチ33とが直列に設けられている。ダイオード32は副燃料電池スタック12の空気極103側をアノードとし、バッテリー43の+極側をカソードとして接続されており、副燃料電池スタック12からバッテリー43への充電電流の方向が順方向となっている。これにより、DC-DCコンバータ31やバッテリー43から副燃料電池スタック12への電流の逆流が禁止されて、副燃料電池スタック12の劣化を防止することができる。スイッチ33はリレースイッチ等の電磁的に切り換え可能なものが用いられる。

【0024】副燃料電池スタック12の水素供給口121は排出路22の上流側と接続され、主燃料電池スタック11からの排ガスが水素極102に供給可能である。水素排出口122は排出路22の下流側と接続されている。また、空気極103には、空気供給口123から空気が供給されて、未使用の空気が空気排出口124から

排出される。

【0025】排出路22の途中には、2か所に電磁式の二方弁23、24が設けられている。以下、副燃料電池スタック12よりも上流の二方弁を切り換えバルブ23といい、副燃料電池スタック12よりも下流の二方弁24を排出バルブ24という。

【0026】前記スイッチ33、切り換えバルブ23および排出バルブ24は燃料電池システム全体を制御する制御手段である制御装置51により作動状態が切り換えられる。制御装置51には、主燃料電池スタック11の出力電圧を検出する電圧検出手段である電圧センサ52の検出信号が入力している。

【0027】制御装置51はマイクロコンピュータや、スイッチ33等の駆動用の回路等で構成されたもので、図2にマイクロコンピュータで実行される、スイッチ33、切り換えバルブ23および排出バルブ24の切り換える制御プログラムの要部を示す。

【0028】ステップS101では、切り換えバルブ23および排出バルブ24を閉弁する。この状態では主燃料電池スタック11のみが水素の供給を受け、発電を行う。切り換えバルブ23が閉弁状態であるから、発電を行うのは主燃料電池スタック11のみである。補機42やバッテリー43には主燃料電池スタック11からDC-DCコンバータ31を介して給電がなされる。ステップS102で主燃料電池スタック11の出力電圧が予め設定したしきい値よりも低下したか否かを判定する。

【0029】ステップS102が否定判断されるとステップS101に戻る。ここで、ステップS102におけるしきい値を、主燃料電池スタック11の空気極103からの窒素や水分のしみ出しが少なく、前記モータに適正なトルクが印加されるようにモータを駆動することが可能な下限の電圧値に設定しておく。

【0030】ステップS102が肯定判断されると、ステップS103に進み、切り換えバルブ23を開弁する。これにより、主燃料電池スタック11から排出路22を通過して副燃料電池スタック12に排ガスが流入する。この排ガスには、主燃料電池スタック11がモータの駆動を十分に引き得るほどではないが、ある程度の水素を含んでいる。したがって、ステップS103に続いてステップS104でスイッチ33をオンすると、副燃料電池スタック12から補機42やバッテリー43に給電がなされる。

【0031】ここで、排ガスが主燃料電池スタック11から副燃料電池スタック12に流下する一方、主燃料電池スタック11には燃料タンク21から主燃料電池スタック11に新規に水素が供給され、主燃料電池スタック11の発電能力が回復してくる。前記ステップS104に続くステップS105では、主燃料電池スタック11の出力電圧が回復したか否かを判定する。これは、例えば、主燃料電池スタック11の空気極103からの窒素

や水分の滲み出しに少なく、前記モータを駆動することが可能な下限の電圧値よりも高めに設定された別のしきい値を越えたか否かで判断する。

【0032】主燃料電池スタック11の出力電圧が前記しきい値を越えるまではステップS103～ステップS105が繰り返される。そして主燃料電池スタック11の出力電圧が前記しきい値を越えてステップS105が肯定判断されるとステップS106に進み、切り換えバルブ23の開弁状態が継続される。

【0033】前記のごとく主燃料電池スタック11の発電能力は回復してくるが、これは新規の水素の導入によるものであり、排出バルブ24は開弁状態のまま排ガス中の窒素や水分は排出路22の外へ排出されてはいない。したがって、主燃料電池スタック11の発電能力は回復した後、再び、低下する。ステップS106に続くステップS107では、主燃料電池スタック11の出力電圧が前記しきい値よりも低下したか否かを再び判定する。

【0034】主燃料電池スタック11の出力電圧が前記しきい値を下回るまではステップS106、S107が繰り返され、副燃料電池スタック12から補機42やバッテリー43への給電がなされる。

【0035】そして、ステップS107が肯定判断されると、ステップS108でスイッチをオフし、副燃料電池スタック12を補機42およびバッテリー43から遮断する。

【0036】続くステップS109では、排出バルブ24を開弁する。これにより、主燃料電池スタック11の水素極102から排出バルブ24に到る空間に残存する排ガス中の窒素や水分はすべて排出路22の外へ排出される。排出バルブ24を開弁する期間は例えば一定とし、予め設定しておく。

【0037】最後に、ステップS110で、排出バルブ24を開弁する。

【0038】本フローが燃料電池システムの稼働中に繰り返し実行される。

【0039】本燃料電池システムによれば、前記モータの給電源となる主燃料電池スタック11では未使用の燃料ガスの量が、モータを適正に駆動するのに不十分であっても、副燃料電池スタック12において有効に消費されて電力を生成する。したがって、燃料ガスを有効利用することができる。

【0040】しかも、主燃料電池スタック11の水素極102側に窒素や水分がさほど滲み出ていない状態では切り換えバルブ23が開弁しており、水素の供給対象が主燃料電池スタック11に限定される。したがって、主燃料電池スタック11の発電能力が十分ある状態での水素の供給量を、副燃料電池スタック12を追加して設けたことで増加する必要はない。これにより、副燃料電池スタック12を有しない従来の燃料電池システム(図5

参照)と同等規模の水素供給系で足りる。

【0041】また、主燃料電池スタック11の発電能力が低下したかを主燃料電池スタック11の出力電圧により客観的に求めているので、トルク指令の変化等により水素の供給量が変動しても、適正なタイミングに切り換えバルブ23や排出バルブ24を作動せしめることができる。

【0042】(第2実施形態)図3に本発明の第2実施形態になる燃料電池システムの構成を示す。本燃料電池システムは基本的な構成は第1実施形態のものと同一で、相違点としては、主燃料電池スタック11の水素排出口112の直下流で排出路22の途中に、水素濃度を検出する水素濃度検出手段であるガスセンサ53を配設したものである。ガスセンサ53では実質的に水素極102内における水素濃度を検出することができる。ガスセンサ53の検出信号は制御装置51Aに入力している。主燃料電池スタック11の出力電圧を検出する電圧センサは省略されている。

【0043】制御装置51Aのマイクロコンピュータでは、前掲図2のステップS102、S105、S107において、検出電圧に代えて、ガスセンサ53により検出された水素濃度に基づいて、主燃料電池スタック11の発電能力が低下したか否かを判定する。発電能力の低下が、水素極102への前記窒素や水分の滲み出しにより水素極102にこれらの成分割合が増大して、水素濃度が低下することに起因するからである。

【0044】(第3実施形態)図4に本発明の第3実施形態になる燃料電池システムの構成を示す。第1実施形態の構成から切り換えバルブを省略したものである。

【0045】制御装置51Bは、基本的に第1実施形態と同じものであるが、本実施形態では、検出電圧が前記しきい値を下回ると排出バルブ24を開弁して、窒素や水分の含有量が増えた主燃料電池スタック11や副燃料電池スタック12内のガスを排出し新規の水素と入れ換える。

【0046】かかる構成でも、窒素や水分の含有量が増えた主燃料電池スタック11からの排ガスが副燃料電池スタック12で有効利用される。

【0047】なお、前記各実施形態では、切り換えバルブ23や排出バルブ24の作動時期を電圧センサ52やガスセンサ53に基づいて決定しているが、主燃料電池スタック11の消費電力が一定しており、空気極103から水素極102への窒素や水分の滲み出しが一定速度でなされているのであれば、タイマから知られる経時時間に基づいて制御してもよい。

【0048】また、前記各実施形態は燃料電池自動車に適用したものを示したが、本発明が他の用途に用いられる燃料電池システムにも適用できることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態になる燃料電池システム

の構成図である。

【図2】前記燃料電池システムの制御装置で実行される制御内容を示すフローチャートである。

【図3】本発明の第2実施形態になる燃料電池システムの構成図である。

【図4】本発明の第3実施形態になる燃料電池システムの構成図である。

【図5】従来の燃料電池システムの代表例の構成図である。

【符号の説明】

11 主燃料電池スタック

12 副燃料電池スタック

101 電解質膜

102 水素極（燃料極）

* 103 空気極

21 燃料タンク

22 排出路

23 切り換えバルブ

24 排出バルブ

31 DC-DCコンバータ

32 ダイオード

33 スイッチ（スイッチ手段）

41 インバータ

42 箱機（電気負荷）

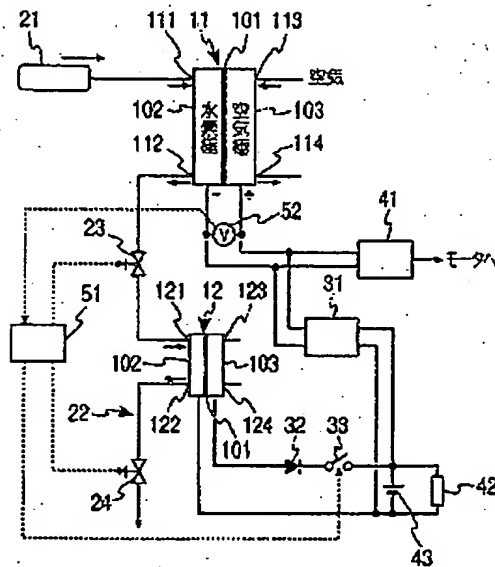
43 バッテリ（電気負荷、二次電池）

51、51A、51B 制御装置（制御手段）

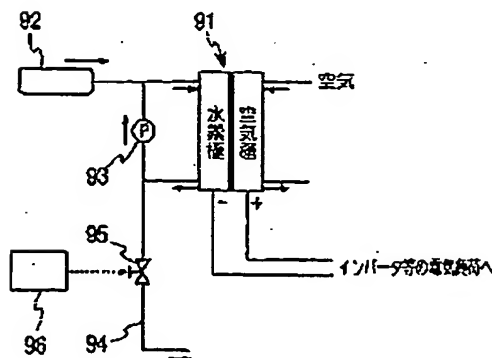
52 電圧センサ（電圧検出手段）

* 53 水素センサ（水素濃度検出手段）

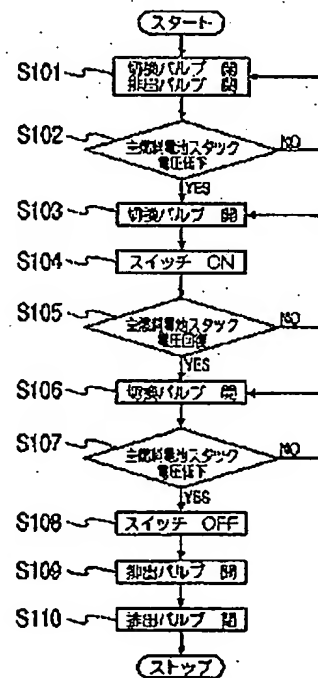
【図1】



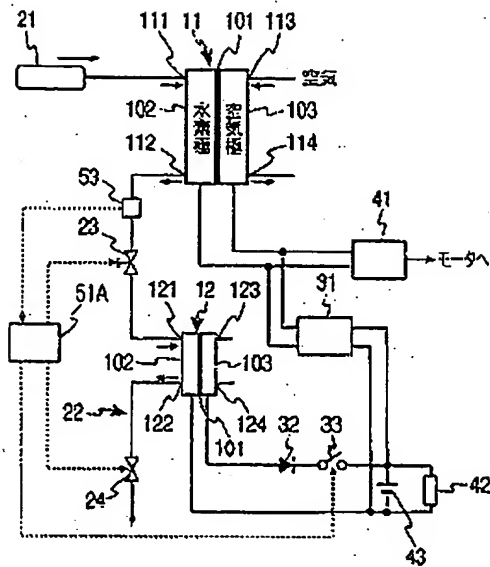
【図5】



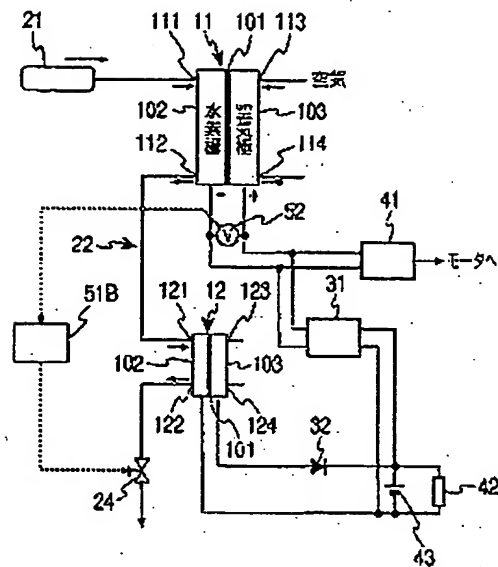
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 菊地 哲郎
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会
社日本自動車部品総合研究所内

(72)発明者 野々部 康宏
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動
車株式会社内

Fターム(参考) 5H027 AA02 BA13 DD03 KK31 KK54
MM08 MM26

BEST AVAILABLE COPY